



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen:  
22 Anmeldetag:  
43 Offenlegungstag:

P 32 15 029.6  
22. 4. 82  
9. 12. 82

DE 32 15 029 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
24.04.81 HU 1069-81

71 Anmelder:  
Magyar Alumíniumipari Tröszt, 1133 Budapest, HU;  
Gépipari Technológiai Intézet, Budapest, HU

74 Vertreter:  
Jentschura, R., Dipl.-Ing.; Viering, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw.,  
8000 München

72 Erfinder:  
Prodán, János, 1054 Budapest, HU; Gillemot, László, Dr.,  
1022 Budapest, HU; Erdősi, József, 1141 Budapest, HU;  
Göbl, Nándor, Dr., 1124 Budapest, HU

54 Aluminiumrad, insbesondere Fahrzeugrad, sowie Verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung

Aluminiumrad, insbesondere Kraftfahrzeugrad, sowie Verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung. Die Radschüssel und die Radfelge des Aluminiumrades werden aus einer einzigen Aluminiumscheibe hergestellt. Während der Herstellung des Aluminiumrades werden aus einer Kreisscheibe, die aus einer hinsichtlich der Leitfähigkeit und Verformungsfestigkeit zur Magnetumformung geeigneten Aluminiumlegierung hergestellt ist, ein Topf im Tiefziehverfahren geformt, die Wölbungen der Radschüssel im Preßverfahren in der Bodenplatte des Topfes geformt, dann die Nabenbohrung, die Befestigungslöcher und die Ausrichtlöcher im Preßverfahren ausgestanzt, dann in den Topf ein zusammengebautes Formkern, der an die Gestalt der Felge angepaßt gestaltet ist, eingesetzt und die Felge aus dem Mantel des Topfes im Magnetumformverfahren hergestellt. Die Vorrichtung zur Magnetumformung besteht aus zusammengebauten unteren, mittleren und oberen Formkernteilen mit der Umfangsgestalt der Felge, einem Spannkonus für die Formkernteile, auf welchem das umzuformende Werkstück mittels eines Klemmrings aufgeklemmt wird und einer den Formkern umgebenden Magnetumformspule, die in einem Elektroisoliermaterial eingebettet ist. (32 15 029)

## VIERING &amp; JENTSCHURA

zugelassen beim Europäischen Patentamt  
European Patent Attorneys — Mandataires en Brevets Européens

Dipl.-Ing. Hans-Martin Viering · Dipl.-Ing. Rolf Jentschura · Steinsdorfstraße 6 · D-8000 München 22

Anwaltsakte 4076

Magyar Alumíniumipari Tröszt  
und  
Gépipari Technológiai Intézet

15 Aluminiumrad, insbesondere Fahrzeugrad, sowie  
Verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung

20

Ansprüche

1. Aluminiumrad, insbesondere Fahrzeugrad, bestehend aus Felge (2) und Radschüssel (3), dadurch gekennzeichnet, daß die Felge (2) und die Radschüssel (3) aus einer einzigen Aluminiumplatte umgeformt sind.
2. Aluminiumrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Felge (2) und die Radschüssel (3) nach der Umformung bildende Aluminiumplatte aus einer Aluminiumlegierung mit einer Zugfestigkeit von 150-600 N/mm<sup>2</sup> hergestellt ist.
3. Aluminiumrad nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Felge (2) in die Radschüssel (3) über eine im Querschnitt U-bogenförmige Felgenschulter (20) über-

I/p

Telefon (089) 293413 und 293414 · Telefax (089) 222066 · Telex 5212306 Jopa d · Telegramm Steinpät München

1 geht.

4. Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumrades nach  
einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet,  
5 daß aus einer in ihren Abmessungen an diejenigen  
des fertigen Rades (1) angepassten Kreisplatte (7),  
die aus einer hinsichtlich der Leitfähigkeit und  
Verformungsfestigkeit im Magnetumformverfahren ver-  
formbaren Aluminiumlegierung besteht, unter Ausbil-  
10 dung eines zylindrischen Topfes (8) tiefgezogen wird,  
daß dann in dem Boden des Topfes (8) im Pressverfah-  
ren die endgültigen Wölbungen der Radschüssel (3)  
geformt werden, wonach die Nabenbohrung (4) der  
Radschüssel (3) und die Löcher (5, 6) für die Be-  
15 festigungsbolzen und für sonstige Zwecke - z.B. zur  
Ausrichtung - in der Radschüssel (3) im Pressverfah-  
ren hergestellt werden, wonach ein zusammengebauter  
Formkern, der an die Gestalt der Felge (2) ange-  
paßt ausgebildet ist, in den Topf (8) eingesetzt  
20 wird und die Felge (2) aus dem Mantel des Topfes  
im Magnetumformverfahren geformt wird.
5. Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumrades nach  
einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß  
25 aus einer in ihren Abmessungen an diejenigen des  
fertigen Rades angepassten Kreisplatte (7), die aus  
einer hinsichtlich der Verformungsfestigkeit und  
Leitfähigkeit im Magnetumformverfahren verformbaren  
Aluminiumlegierung besteht, zu einem zylindrischen  
30 Topf (8) tiefgezogen wird, der vorgelocht wird, wo-  
nach ein zusammengebauter Formkern, der an die zu  
formende Gestalt der Felge (2) angepaßt gestaltet  
ist, in den Topf (8) eingesetzt wird und die Felge  
(2) aus dem Mantel des Topfes (8) im Magnetumform-  
35 verfahren geformt wird, wonach in den Boden des Top-  
fes (8) die endgültigen Wölbungen der Radschüssel  
(3) im Pressverfahren geformt werden und gleich-

- 1       zeitig oder später die Nabenbohrung (4) und die  
Löcher (5, 6) für die Befestigungsbolzen und für son-  
stige Zwecke - z.B. zur Ausrichtung - gepreßt werden.
- 5       6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der Topf (8) mit Blechdickenredu-  
zierung tiefgezogen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-6, dadurch ge-  
10       kennzeichnet, daß zum Magnetumformen des Topfmantels  
zur Formung der Felge (2) eine elektromagnetische  
Feldstärke von 20-500 kW/s angewendet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-7, dadurch ge-  
15       kennzeichnet, daß die Tiefzieh- und/oder Press-  
und/oder Magnetumformungsvorgänge in mehreren Schrit-  
ten durchgeführt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-8, dadurch ge-  
20       kennzeichnet, daß nach den Umformvorgängen eine Press-  
kalibrierung durchgeführt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-9, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß einer oder mehrere Vorgänge des  
25       Tiefziehens, des Pressens und - ggf. - der Kalibrie-  
rung miteinander kombiniert werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-10, dadurch  
30       gekennzeichnet, daß nach den Umformungsvorgängen  
an sich übliche Endform- und Oberflächennachbear-  
beitungsvorgänge durchgeführt werden.
12. Vorrichtung zur Magnetumformung zur Durchführung des  
Verfahrens nach einem der Ansprüche 4-11, gekenn-  
35       zeichnet durch die Ausbildung aus einem Formkern,  
der zusammengebaut ist aus einem unteren Formteil  
(18), einem mittleren Formteil (12) und einem oberen

- 1 Formteil (11), die am Umfang der Gestalt der Felge  
(2) entsprechend gestaltet sind und auf einem Spann-  
konus (15) angeordnet sind, auf welchen das umzuform-  
mende Werkstück (8) mittels eines Klemmringes (16)  
5 aufklemmbar ist, und aus einer den Formkern umgeben-  
den Magnetumformspule (13), die in ein Elektroiso-  
liermaterial (14) eingebettet ist.
- 10 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,  
daß das Elektroisoliermaterial (14) von einem Metall-  
mantel (17) umgeben ist.
- 15 14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß eine oder mehrere Entlüftungslöcher in  
dem unteren Formteil (18) und/oder dem mittleren Form-  
teil (12) ausgebildet sind.
- 20 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12-14, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Magnetumformspule (13) kühl-  
bar ausgeführt ist.

25

30

35

1 Aluminiumrad, insbesondere Fahrzeugrad, sowie  
Verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung

5 Die Erfindung betrifft ein Aluminiumrad, insbesondere ein  
Fahrzeugrad, sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zur  
Herstellung eines solchen Aluminiumrades.

10 Die Räder von Kraftfahrzeugen wurden bisher nahezu aus-  
schließlich aus Stahlblech hergestellt. Gemäß der tradi-  
tionellen Technologie der Herstellung von Stahlrädern  
in Form von Scheibenrädern werden die Felge aus einem  
Blechband geformt und dieses verschweißt, wonach das  
Felgenprofil in diesen Blechringen gerollt wird, wonach  
15 die Radschüssel an die Innenfläche der Felge angeschweißt  
wird.

20 Im Interesse des verbesserten Umweltschutzes, der Energie-  
einsparung und der Sicherheit wurden seit kurzem häufiger  
Leichtmetallräder - Aluminiumräder - verwendet. Drei Ver-  
fahren zur Herstellung von Aluminiumrädern sind bis heute  
bekannt, nämlich das Gießen, das Schmieden und das Blech-  
umformen. In diesem Zusammenhang wird erwähnt, daß das Ge-  
wicht von Stahlrädern, die für Kraftfahrzeuge verwendet  
werden, je nach Typ 8-12 kg ohne Reifen beträgt, wohinge-  
25 gen das Gewicht von Rädern aus Aluminiumguß im allgemeinen  
5-8 kg, und das von Scheibenrädern aus Aluminium 3-5 kg  
betragen. Kosten gegossener Aluminiumräder sind beträcht-  
lich höher als diejenigen von Stahlrädern, so daß letz-  
tere hauptsächlich für motoraufwendige Kraftfahrzeuge  
30 verwendet wird. Die Räder aus Aluminiumblech werden mit  
beträchtlich geringeren Kosten als im Aluminiumguß her-  
gestellt, so daß erwartet wird, daß der generelle Gebrauch  
von Scheibenrädern, die leichter sind, sich durchsetzt.  
35 Heutzutage werden jedoch hauptsächlich noch gegossene  
Aluminiumräder verwendet. Diese werden aus Gießmetall  
gewöhnlich im Niederdruckverfahren, oder weniger häufig  
im Hochdruckverfahren, gegossen. Das Gußstück wird einer

- 1 zerstörungsfreien Prüfung und dann einer Wärmebehand-  
lung unterzogen. Dem folgt eine spangebende Bearbeitung  
und eine weitere Prüfung. Die gegossenen Räder können  
in unterschiedlichen Formen mit ausgezeichnetem ästhe-  
5 tischen Aussehen hergestellt werden, sind jedoch, wie  
oben bereits erwähnt, verhältnismäßig schwer und teuer.

- Räder mit ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften  
können durch Schmieden hergestellt werden. Bei dieser  
10 Technologie wird das vorgefertigte Werkstück von einem  
Vollmaterial abgeschnitten, vorgewärmt und dann im Ge-  
senk geschmiedet, worauf eine Wärmebehandlung folgt. Die  
endgültige Gestalt wird durch spangebende Bearbeitung er-  
halten. Wenngleich die Gestalt geschmiedeter Räder hin-  
15 ter denen von gegossenen Rädern zurücksteht, haben sie  
weit bessere mechanische Eigenschaften ohne Strukturfeh-  
ler des Materials, d.i. Gaseinschlüsse. Die geschmiedeten  
Räder sind extrem teuer und werden daher hauptsächlich für  
Flugzeuge und spezielle Kraftfahrzeuge verwendet.

- 20 In den DE-PS'en 26 29 511 und 26 35 983 sind Fahrzeug-  
räder beschrieben, die aus gegossenem oder geschmiedetem  
Leichtmetall hergestellt sind.

- 25 In der HU-PS 174 572 und der Patentanmeldung FO-740  
sind Räder beschrieben, die aus einem einzigen Stück  
bestehen, das im Gesenk geschmiedet ist.

- Die traditionelle Produktion von Stahlrädern aus zwei  
30 verschweißten Stücken wurde auch für Leichtmetallräder  
versucht, indem die Radfelge aus einem Band gebogen und  
durch Schweißen zusammengefügt wurde. Das Felgenbett wird  
normalerweise durch Rollen geformt. Gemäß der SU-PS 713  
643 wird das Felgenbett mit speziell bearbeiteten verkeil-  
35 ten Formgebungswerkzeugen geformt.

Die Radschüssel und die Felge werden in ähnlicher Weise  
durch Schweißen verbunden. Die zweiteilige Ausführungs-

- 1 form ist in der DE-OS 28 24 972 beschrieben, wonach die  
äußeren und inneren Radteile durch Rollen hergestellt  
werden und dann - zur Vermeidung des Schweißens - mittels  
5 unterschiedlicher Verfahren, z.B. durch Schrumpfen, mit  
Hilfe von Schraubverbindungen, Verkleben und dergleichen,  
verbunden werden.

- Die DE-OS 24 39 840 beschreibt ein Leichtmetallrad, bei  
welchem die Radschüssel und die Felge durch Nahtschwei-  
10 ßen oder Punktschweißen verbunden sind.

- Der Hauptnachteil der zusammengebauten Ausführungsform  
besteht darin, daß das Schweißen von Aluminiumlegierun-  
gen stets problematisch ist, weil die Festigkeitseigen-  
15 schaften des geglühten Materials in der Nachbarschaft  
der Schweißstellen nur durch eine sich anschließende  
Wärmebehandlung wieder verbessert werden können. Die  
Schweißstellen erfordern gewöhnlich auch eine sich an-  
schließende Qualitätskontrolle. Durch all dies werden die  
20 Produktionskosten beträchtlich erhöht.

- Diese Technologie ist nicht geeignet an die Eigenschaf-  
ten von Leichtmetallen angepaßt und kann die dem Leicht-  
metall innewohnenden Eigenschaften nicht ausnutzen.

- 25 Gemäß einer in Japan entwickelten Technologie (Modern  
Metals, Vol. 35 vom 10/1979, Seiten 82-83) werden zwei-  
teilige Aluminiumräder für Kraftfahrzeuge hergestellt,  
indem ein vorgefertigtes Werkstück geeigneter Form durch  
30 Tiefziehen von Blech hergestellt wird, wonach der Boden-  
teil des tiefgezogenen Werkstücks entfernt wird und die  
Felge aus dem erhaltenen Rohrstück gerollt wird. Der ent-  
fernte Bodenteil wird durch Tiefpressen fertiggestellt  
und endlich werden die beiden Teile durch Schweißen ver-  
35 bunden. Jedoch ist auch dieses Technologieverfahren  
wegen der bereits erwähnten Schweißprobleme problematisch.

Um die Schweißprobleme zu beseitigen, wurden die sog-



1 nannten dreiteiligen Räder entwickelt, bei denen die  
Felge zweiteilig hergestellt und mit der geschmiedeten  
Radschüssel mittels Bolzen verbunden wird. Wegen der  
unsicheren Schraubverbindungen können diese Räder jedoch  
5 kaum verwendet werden.

Die gegenwärtig bekannte und verwendete Technologie von  
Aluminiumrädern ist in der Veröffentlichung "The Status  
of Light Alloy Disc Wheel in Japan", 1980, veröffentlicht  
10 durch das Light Metal Wheel Committee" beschrieben.

Die Erfindung ist auf die Verwirklichung solcher Alumi-  
niumräder, insbesondere Fahrzeugräder, gerichtet, welche  
aus Metallblech hergestellt sind und daher den Vorteil  
15 aufweisen, der durch das geringe Gewicht der Scheibenrä-  
der gegeben ist, gleichzeitig aber die Probleme des Schwei-  
ßens von Aluminiumlegierungen oder anderer Verbindungsar-  
ten beseitigt. Durch die Erfindung wird außerdem ein Ver-  
fahren geschaffen, durch welches eine wirtschaftliche  
20 Herstellung der Räder in zweckentsprechender Qualität  
und mit günstigen Eigenschaften sichergestellt wird.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird dadurch  
gelöst, daß die Radfelge und die Radschüssel des Alumi-  
niumrades aus einer einzigen Aluminiumplatte geformt  
25 werden, d.i. das Aluminiumrad gemäß der Erfindung besteht  
aus einem ungeteilten einzigen Stück.

Durch das Aluminiumrad gemäß der Erfindung werden die Vor-  
30 teile der bekannten Ausführungsformen ohne deren Nach-  
teile kombiniert. Da vom Schweißen nicht Gebrauch gemacht  
wird, ist die Qualitätskontrolle vereinfacht und eine  
anschließende Wärmebehandlung ist nicht erforderlich.  
Die Materialausnutzung ist wirtschaftlich, die mechani-  
35 schen Eigenschaften des Rades sind günstig und das Kon-  
struktionsgewicht ist identisch zu dem, oder sogar gerin-  
ger als das der bekannten Scheibenräder. Das Rad gemäß der

1 Erfindung kann aus Aluminiumlegierungen hergestellt werden, die durch den Metallverarbeitungsvorgang gehärtet werden, wohingegen für geschweißte Räder nur gehärtete und getemperte Legierungen verwendet werden können.

5 Das Aluminiumrad wird mit einem Verfahren gemäß der Erfindung dadurch hergestellt, daß eine Kreisscheibe durch Tiefziehen in einen zylindrischen Topf umgeformt wird, wobei die Kreisscheibe aus einer für die Magnetumformung hinsichtlich der Leitfähigkeit und Festigkeit geeigneten Aluminiumlegierung hergestellt ist und ihre  
10 Abmessungen an die Endabmessungen des Rades angepaßt sind. Die Wölbungen der Radschüssel werden im Pressverfahren in dem Boden des Topfes geformt. Danach werden  
15 die Nabenbohrung der Radschüssel wie auch die Löcher zur Befestigung und für andere Zwecke - z.B. zur Ausrichtung - gleicherweise im Presstanzverfahren hergestellt, wonach ein mehrteiliger zusammengebauter Formkern, der an die Innenform der Felge angepaßt gestaltet ist, in den  
20 Topf eingebracht wird und die Felge aus dem Mantel des Topfes im Magnetumformverfahren geformt wird.

Nach einem abgewandelten Verfahren gemäß der Erfindung wird der tiefgezogene Topf grobgeleht - wie oben beschrieben - und dann wird die Felge aus dem Topfmantel  
25 unter der Wirkung des elektromagnetischen Feldes geformt, wonach die Wölbungen entsprechend der Radschüssel in die Bodenplatte des Topfes gepreßt werden. Danach oder gleichzeitig werden die Nabenbohrung und die Löcher zur  
30 Befestigung und für andere Zwecke - z.B. zur Ausrichtung - im Pressverfahren hergestellt.

Es kann sehr vorteilhaft sein, den Topf im sogenannten Tiefziehverfahren mit Blechdickenreduzierung herzustellen, da auf diese Weise in dem durch die Konstruktion bedingten Maße die Wandstärke des Topfmantels geringer  
35 als die des Topfbodens wird, was für den Magnetumformschritt günstig ist.

1 Es wird darauf hingewiesen, daß Aluminiumlegierungen  
gemeint sind, wenn hier von "Aluminium" gesprochen wird.  
Für die erfindungsgemäße Anwendung werden derartige Alu-  
miniumlegierungen vorgezogen, deren Zugfestigkeit zwischen  
5 150-600 N/mm<sup>2</sup> liegt. Die Leitfähigkeit der Legierungen  
soll dem Wert entsprechen, der für die Magnetumformung  
erforderlich ist.

Die Magnetumformung wird vorzugsweise mit einer elektro-  
10 magnetischen Feldstärke von 20-500 kW/s durchgeführt.

Günstige Ergebnisse werden erhalten, wenn das Tiefzie-  
hen und/oder Pressen und/oder Magnetumformen in mehreren  
Schritten durchgeführt wird.

15 In gewissen Fällen, wenn während der unterschiedlichen  
Umformvorgänge die gegenseitige Stellung der Oberflächen-  
elemente des Rades geändert wird, wird ein Kalibrier-  
vorgang erforderlich, der am Ende der Umformvorgänge im  
20 Pressverfahren durchgeführt wird.

Ein weiterer Vorteil wird erhalten, wenn einer oder meh-  
rere Vorgänge beim Tiefziehen, Pressen und - im gegebe-  
nen Fall - beim Kalibrieren miteinander kombiniert wer-  
25 den.

Die üblichen Endform- und Oberflächennachbearbeitungs-  
vorgänge werden an dem Rad, das mit dem erfindungsgemä-  
ßen Verfahren hergestellt ist, nach Abschluß der anderen  
30 Umformvorgänge ebenfalls durchgeführt.

Die Magnetumformung ist der wichtigste Vorgang bei dem  
Verfahren gemäß der Erfindung. Für diesen Zweck wird  
gemäß der Erfindung eine Vorrichtung verwendet, welche  
35 einen inneren Formkern aufweist, der aus einem unteren  
Formteil, einem oberen Formteil und einem mittleren Form-  
teil zusammengesetzt ist, die am Umfang entsprechend der  
Form der Felge gestaltet sind, wobei der Formkern auf

- 1 einem Spannkonus angeordnet ist und das umzuformende  
Werkstück mittels eines Klemmringes auf den Spannkonus  
aufklemmbar ist. Ferner ist der Formkern von einer Magnet-  
umformspule umgeben, die in ein elektrisch isolierendes  
5 Material eingebettet ist.

Es kann vorteilhaft sein, in dem unteren und/oder dem  
mittleren Formteil wenigstens eine Luftaustrittsöffnung  
auszubilden.

10

Die Erfindung wird als Beispiel anhand einer bevorzugten  
Ausführungsform erläutert, die aus der Zeichnung ersicht-  
lich ist. In der Zeichnung zeigt:

- 15 Fig. 1 einen Schnitt des Fahrzeugrades gemäß der Er-  
findung,  
Fig. 2a eine Kreisscheibe als anfängliches Vorprodukt  
für das Verfahren,  
20 Fig. 2b eine perspektivische Ansicht des durch Tief-  
ziehen aus der Kreisscheibe geformten Topfes,  
und  
25 Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch die Vorrich-  
tung gemäß der Erfindung für die Magnetumfor-  
mung.

- Das aus Fig. 1 ersichtliche Profil der Felge 2 des Fahr-  
zeugrades 1 ist identisch mit den üblichen Felgenprofi-  
30 len, so daß es hier nicht im Einzelnen beschrieben wird.  
Jedoch geht die Felge 2 in die Radschüssel 3 über eine im  
Querschnitt U-bogenförmige Felgenschulter 20 über. Die  
Radschüssel 3 ist aus der Bodenplatte des aus Fig. 2b  
35 ersichtlichen, tiefgezogenen Topfes geformt, so daß sie  
notwendigerweise dicker als die Felge 2 ist. Die Platten-  
dicke kann innerhalb weiter Grenzen gewählt werden, wenn

1 der Topf 8 in einem Tiefziehverfahren hergestellt wird,  
bei welchem am Topfmantel eine Dickenreduzierung statt-  
findet. Die im Schnitt U-bogenförmige Felgenschulter 20  
an der einen Felgenseite ist sehr vorteilhaft, weil sie,  
5 die an der Außenseite des Rades angeordnet ist, die Ab-  
sorption von Schlägen oder Stößen erlaubt, die beim Auf-  
fahren auf einen Randstein, bei plötzlichen Kurvenbewe-  
gungen und dergleichen auftreten, und sehr viel günstiger  
ist, als die mit offenen Felgenschultern ausgestatteten,  
10 bisher verwendeten Räder. Die Nabenbohrung 4 für den  
Durchtritt der Radnabe ist im Zentralbereich der Radschüs-  
sel 3 ausgebildet. Schraubbolzenlöcher 5 und Ausricht-  
löcher 6 sind je nach Erfordernis wie bei den konventio-  
nellen Radkonstruktionen vorgesehen.

15 Aus Fig. 2a ist eine Kreisscheibe 7 ersichtlich, die  
für das Tiefziehen vorbereitet ist, als dessen Ergebnis  
der aus Fig. 2b ersichtliche Topf 8 geformt wird. Dieser  
Topf wird als vorgefertigtes Teil für die nachfolgenden  
20 Herstellvorgänge verwendet.

Aus Fig. 3 ist die Vorrichtung ersichtlich, die bei dem  
Verfahren gemäß der Erfindung für die elektromagnetische  
Umformung verwendet wird. Sie besteht aus einer geteilten  
25 Konstruktion, die zusammengebaut enthält: einen unteren  
Formkernteil 18, einen oberen Formkernteil 11 und einen  
mittleren Formkernteil 12, die in mehreren räumlich zu-  
einander verlaufenden Richtungen entlang von Ebenen und  
von gekrümmten Flächen geteilt sind und im zusammenge-  
30 bauten Zustand mit ihrer gemeinsamen Umfangsfläche die  
Komplementärform der radial inneren Seite der Felge 2  
bilden, die geformt werden soll.

35 Die Formkernteile 18, 11 und 12 werden auf den Spann-  
konus 15 gesetzt, wonach der Topf 8 aufgezogen wird, wie  
in der linken Hälfte der Fig. 3 gezeigt, und dann mittels  
des auf dem Spannkonus 15 zentrierten Klemmrings 16 an  
diesem und dem Formkern festgelegt wird. Die Formkern-

- 1 teile und das vorgefertigte Werkstück werden mittels me-  
chanischer, pneumatischer oder hydraulischer Vorrichtun-  
gen (nicht gezeigt) aneinander festgelegt. Der andere  
Hauptteil der Vorrichtung ist die Magnetumformspule 13,  
5 die den Formkern radial im Abstand umgibt, in Anpassung  
an die elektrischen und mechanischen Spannungen, die  
während des Umformvorganges auftreten, dimensioniert ist  
und entsprechend den Verfahrensbedingungen kühlbar ist.  
Die Windungen der Umformspule 13 sind in elektrisch iso-  
10 lierendem Material 14 eingebettet, das vorzugsweise aus  
faserverstärktem Kunststoffmaterial besteht und am Um-  
fang durch einen Metallmantel 17 abgedeckt ist, welches  
der elektrischen Abschirmung und der mechanischen Fixie-  
rung dient. Nach der Magnetumformung werden die Formkern-  
15 teile 18, 11 und 12 aus dem Innenraum des umgeformten  
Werkstückes durch Lösung der Klemmelemente herausgenom-  
men, wonach sie für den nächsten Umformvorgang wieder  
zusammengebaut werden können. Die magnetische Feldstär-  
ke, die von der Umformspule 13 induziert wird, die an  
20 einen Impulsgenerator (nicht gezeigt) angeschlossen  
ist, formt die Felge 2 in Anpassung an die Formgebungs-  
teile der Formkernteile 10, 11, 12 aus dem Mantel des  
Topfes 8.
- 25 Das Verfahren gemäß der Erfindung enthält zwei wesent-  
liche Vorgänge zur Herstellung des aus einem einzigen  
Stück bestehenden Aluminiumrades. Der erste Vorgang ist  
das zur Wanddickenreduzierung im Bereich des Topfmantels  
führende Tiefziehen zur Sicherstellung der erforderli-  
30 chen unterschiedlichen Wanddicken. Beispielsweise ist die  
Anfangsplattendicke für ein Kraftfahrzeugrad aus einer  
Aluminiumlegierung 5-7 mm und der Kraftbedarf für das  
Tiefziehen ist etwa 6300 kN.
- 35 Der andere Vorgang ist die Magnetumformung der Felge.  
Zu diesem Zweck muß die für das Rad gewählte Legierung  
hinsichtlich der Leitfähigkeit und der Verformungsfe-

1 stigkeit für die Magnetumformung geeignet sein und gleich-  
zeitig kann das Aushärten des Materials als Ergebnis der  
Umformung wirksam zu Erhöhung der Festigkeit und Belast-  
5 barkeit des Rades ausgenutzt werden. Eine elektromagne-  
tische Feldstärke von ungefähr 100-150 kJ ist für das  
Formen der Felge des Rades des Kraftfahrzeuges erforder-  
lich, das obenstehend als Beispiel angegeben ist.

10 Folgendes konkretes numerisches Beispiel für das Ver-  
fahren wird angegeben:

Ein Aluminiumrad mit einem Durchmesser von 220 mm soll  
hergestellt werden. Als Material wurde AlMgSi 1 ausge-  
wählt ( $R_m = 255 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_{pos} = 177 \text{ N/mm}^2$ ). Die Platten-  
15 dicke der Scheibe beträgt 5 mm, ihr Durchmesser 350mm.

Der Tiefziehvorgang zur Herstellugn des Topfes wird in  
zwei Schritten ausgeführt. Der Kraftbedarf beträgt 630  
Tonnen. Für diesen Vorgang wird eine hydraulische Pres-  
20 se verwendet.

Im Anschluß an den Tiefziehvorgang wird im Pressverfah-  
ren die Gestalt der Radschüssel geformt und außerdem  
werden die Nabenbohrung, die Schraubbolzenlöcher und die  
25 Ausrichtlöcher hergestellt.

Der nächste Schritt ist die Magnetumformung in der aus  
Fig. 3 ersichtlichen Vorrichtung. Der Leistungsbedarf  
für die Umformung beträgt 50 kW/s und die Umformzeit be-  
30 trägt etwa 30s.

In dieser Verfahrensstufe ist das Rad praktisch fertig.  
Nur die üblichen Oberflächenbehandlungen und Endnach-  
bearbeitungen müssen noch durchgeführt werden. Es wird  
35 darauf hingewiesen, daß eine derart unerwartete Ge-  
nauigkeit durch die Magnetumformung erzielt wurde, daß  
eine anschließende Bearbeitung des gemäß der Erfindung

1 hergestellten Rades unnötig war.

Der größte Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch  
die Möglichkeit der Herstellung des Aluminiumrades aus  
5 einer einzigen Scheibe ein Fahrzeugrad in einer einfa-  
cheren Scheibenkonstruktion herstellbar ist, als die-  
jenigen, die bisher hergestellt wurden. Das Verfahren  
gemäß der Erfindung ist zeitsparend und ausgezeichnet  
geeignet für die industrielle Massenproduktion in großem  
10 Maßstab.

Durch das Verfahren wird die Qualität des verwendeten  
Strukturmaterials nicht nachteilig beeinflußt. Beispiels-  
weise ist ein Enthärten, was bei üblichen Schweißvor-  
15 gängen auftritt, vermeidbar. Die Herstellung des Rades  
aus dem Grundmaterial minimaler Menge in einer Qualität,  
durch welche die Anforderungen der Benutzer voll er-  
füllt werden, ist realisierbar geworden.

20

25

30

35

---



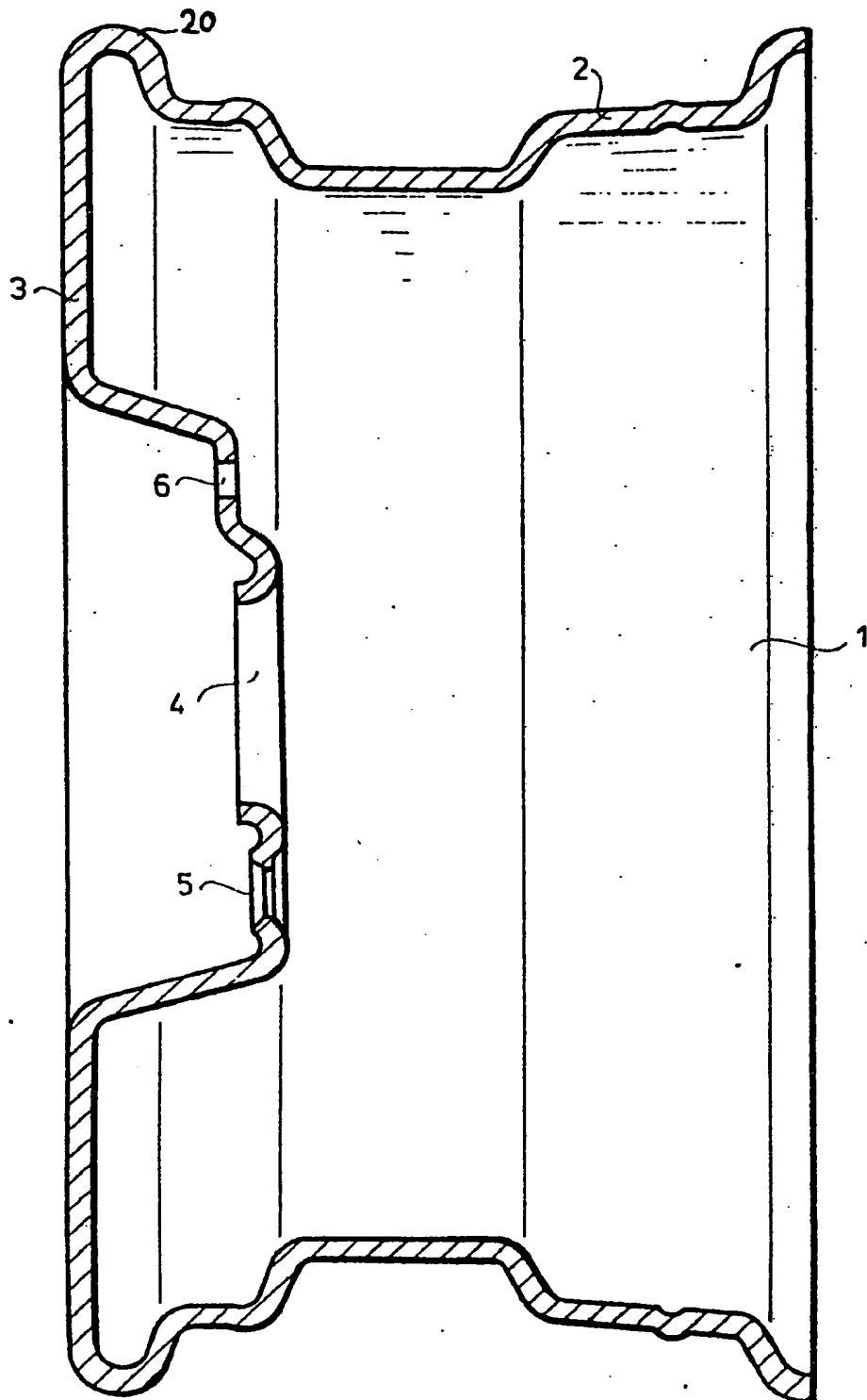


Fig.1

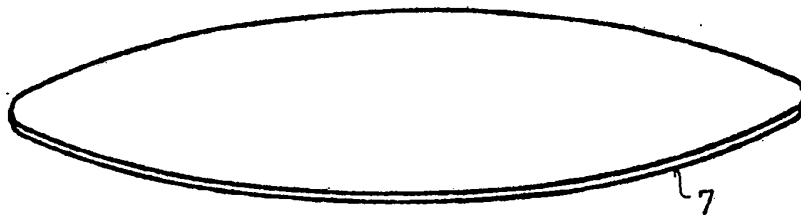


Fig. 2a

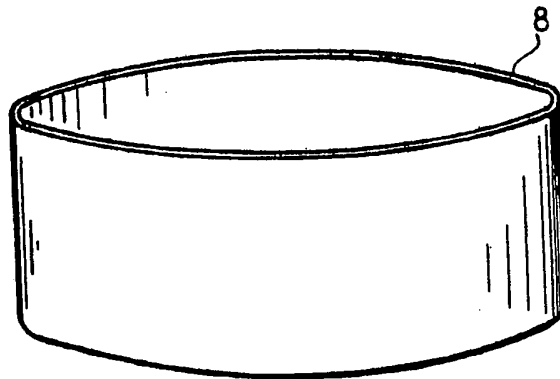


Fig. 2b

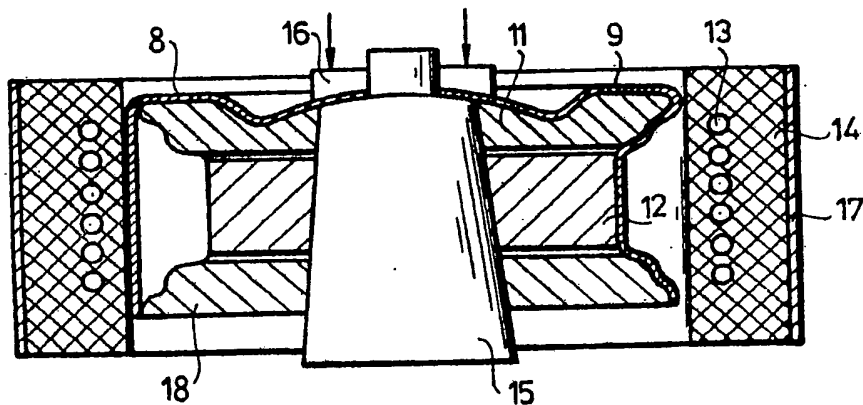


Fig. 3